



TV用液晶顯示器之背光模組技術



■ 鮑友南

工研院機械所
微元件發展部



■ 潘奕凱

工研院機械所
微系統技術部



■ 姚柏宏

工研院機械所
微元件發展部



■ 林建憲

工研院機械所
微元件發展部



關鍵詞

液晶顯示器 Liquid Crystal Display, LCD

背光模組 Back light module

擴散板 Diffuser

摘要

本文章主要敘述液晶顯示器目前的技術概況，並針對其背光模組的部分包含組成元件之功能、原理及各檢測參數之意義均加以介紹，讓讀者對液晶顯示器背光模組有大致上的認識，最後說明目前本小組針對 TV 用直下式大型顯示器光源模組的某些關鍵光學零組件做技術上的突破。

前言

目前行政院積極推動國家級科技政策「挑戰 2008-國家重點發展計畫」中，經濟部所擬定的「兩兆雙星產業發展計畫」，已於 2002 年 6 月 27 日假經濟部大禮堂，由經濟部部長林義夫主持「兩兆雙星產業推動辦公室聯合開幕」，正式宣布兩兆雙星計畫即刻推動。「兩兆雙星核心優勢產業」中的兩兆產業，係指半導體產業及影像顯示器產業，並第一階段則是為平面顯示產業，尤其以 LCD 為發展重點。

影像顯示器是資訊、通訊、消費性電子等產品的重要週邊零組件，尤其我國資訊電子產業蓬勃發展，已為影像顯示器產業奠定良好基礎；尤其在大尺寸薄膜電晶體顯示器 (TFT-LCD) 產業方面，2001 年我國總產值居世界第三位，占有率 23.3%，僅次於南韓和日本，去年更超越日本，逼近南韓，根據 PIDA 統計資料台灣 2001 年 TFT-LCD 產值佔光電總產值為首位 (31.7%)，有 68.42 的高度成長，希望在 2006 年前再超越南韓，產值可達 1.3 兆元，成為全球第一大 TFT-LCD 顯示器供應國。

過去由於日商掌控液晶顯示器規格及關鍵零組件技術，以往台灣 TFT 面板製造商其關鍵零組件供應皆以向日本進口為主，但由於進口產品價格較高，加上面板售價在過去兩年內下滑幅度超過 60%，在此雙重壓力下，為求減少虧損，積極向本土廠商採購，便成了所有台灣 TFT 面板廠商致力降低成本勢必採行的策略。上游零組件供應的本土化速度的加快是台灣 TFT-LCD 產業要追上韓國最重要的關鍵。

在眾多 TFT 面板的關鍵零組件中，由於跨入背光模組生產技術門檻不高，且其進入障礙與資本投資規模，相較於彩色濾光片、玻璃基板、偏光板及驅動 IC 而言，明顯低了許多，加上背光模組的成本比重高居各零組件第二位，僅次於彩色濾光片，因此背光模組在國內廠商積極擴廠下，開始提高面板零組件國內採購率，2001 年背光模組國內自給率已高達 74%，成為國內 TFT 廠商內購率最高的零組件；而 2001 年 TFT 面板價格大幅下滑刺激 LCD 監視器的市場需求，為 TFT 面板帶來另一波需求成長高峰，也因此 TFT 廠商紛紛規劃第五世代的擴廠計劃，所以亦直接帶動相關 TFT 零組件的需求。因此在國內 TFT 面板廠商成本的壓力及背光模組在國內面板快速成長及內購率逐漸提昇之下，2002 年國內

自給率更提升至 90% 以上。

背光模組的結構、光學零組件、檢測參數的介紹

背光模組簡介：

背光模組(Backlight)亦稱為背光板，為泛指可提供產品一個背面光源的組件，目前普遍運用在各種資訊、通訊、消費產品上，如：液晶顯示器、底片掃描器、幻燈片看片箱、數位相機、個人數位助理(PDA)、衛星導航系統、醫療器材、監視器和筆記型電腦...等產品，不過以作為液晶顯示器的光源組件之市場較大。由於 TFT 面板本身不具發光特性，因此，必須在 TFT 面板上外加一個發光源，方能達到顯示功能，背光模組即是提供液晶顯示器產品中一個背面光源的光學組件，簡單來說，背光模組即為液晶顯示器的一個關鍵光學組件，也是依附於下游液晶顯示器的非標準化產品。

背光模組是液晶顯示器的光源提供者，其主要由光源(包括冷陰極螢光管(CCFL)、熱陰極螢光管、發光二極體(LED)等)、燈罩、反射板(Reflector)、導光板(Light Guide Plate)、擴散片(Diffusion sheet 光學用膜片 1-2 片)、增亮膜(Brightness Enhancement Film

增光片 1-2 片)及外框等組件組裝而成，其中光學膜片與導光板為最主要之技術和成本所在。液晶顯示器由於其厚度薄、質量輕且攜帶方便，且相較於目前得 CRT 更有低輻射的優點，近年來需求快速的增加，已能在顯示器的市場佔有一席之地。隨著液晶顯示器製造技術的提升，

表一

項目	2000年 自給率	2001年 自給率	2002年 自給率	與進口成 本競爭力	說明
玻璃基板	0.0 %	0.0 %	10-15 %	10-15 %	2003 年後僅能做後段加工
彩色濾光片	12.0 %	25.0 %	40-50 %	20-30 %	設備先進，量產規模逐漸顯現
偏光板	11.5 %	25.0 %	35-40 %	5-10 %	寡占市場，廣視角膜技術掌控在 3M，附加價值無法提昇
驅動 IC	0.0 %	5-10 %	45-50 %	20-25 %	產品結構與技術日漸成熟
背光模組	28.0 %	70-75 %	90 %	5-10 %	台商逐漸具導光板及量產技術

資料來源：工研院 ITIS 2002/03

在大尺寸及低價格的趨勢下，背光模組在考量輕量化、薄型化、低耗電、高亮度及降低成本的市場要求，為保持在未來市場的競爭力，開發與設計新型的背光模組及射出成型的新製作技術，是努力的方向及重要課題。

一般而言，背光模組可分為前光式(front light)與背光式(back light)兩種，而背光式可依其規模的要求，以燈管的位置做分類，發展出下列三大結構：(1)側光式(edge lighting)結構：發光源為擺在側邊之單支光源，導光板採射出成型無印刷式設計，一般常用於 18 吋以下中小尺寸的背光模組，其側邊入射的光源設計，擁有輕量、薄型、窄框化、低耗電的特色，亦為手機、個人數位助理 (PDA)、筆記型電腦的光源，目前亦有大尺寸背光模組採用側光式結構。(2)直下型(bottom lighting)結構：超大尺寸的背光模組，側光式結構已經無法在重量、消費電力及亮度上佔有優勢，因此不含導光板且光源放置於正下方的直下型結構便被發展出來。光源由自發性光源（例如燈管、發光二極體等）射出與反射板反射後，向上經擴散板均勻分散後於正面射出，因安置空間變大，燈管可依 TFT 面板大小使用 2 至多之燈管，但同時也增加了模組的厚度、重量、耗電量，其優點為高輝度、良好的出光視角、光利用效率高、結構簡易化等，因而適用於對可攜性及空間要求較不挑剔的 LCD Monitor 與 LCD TV，其高消費電力(使用冷陰極管)，均一性不佳及造成 LCD 發熱等問題仍需要改善。(3)中空型結構：隨著影像要求的尺寸增加，LCD 也朝更大尺寸的方向發展，現在這類超大型的 LCD 被拿來當作監視器及壁掛式電視，不僅要求大畫面、高亮度及輕量化，在電氣上亦要求高功率下的低熱效應，近年來發展的中空型結構的背光模組，使用熱陰極管作為發光源。此結構以空氣作為光源傳遞的媒介，光源向下被稜鏡片與反射板對方向調整及反射後，一部分向上穿過導光板並出射於表面，另一部分因全反射再度進入中空腔直

到經折反射作用後穿過導光板出射，而向上的光源或直接進入導光板出射，或經一連串折反射作用再出射；導光板的形狀為楔型結構，目的在求均一化的效果。

背光模組關鍵之光學零組件介紹：

背光模組為穿透式液晶面板的主要組件，主要係提供液晶面板一均勻、高亮度的光源，基本原理係將常用的點或線型光源，透過簡潔有效光機構轉化成高亮度且均一輝度的面光源產品。一般結構為利用冷陰極管的線型光源經反射罩進入導光板，轉化線光源分佈成均勻的面光源，再經擴散片的均光作用與稜鏡片的集光作用以提高光源的亮度與均齊度。在此我們就背光模組的幾個基本構成組件做些介紹。

(一)、發光源(Light Source)

須具備亮度高及壽命長等特色，目前有冷陰極螢光管(CCFL：Cold Cathode Fluorescent Lamp)、熱陰極螢光管、發光二極體(LED：Light Emitting Diode)及電激發光片(EL)等，其中冷陰極螢光管具有高輝度、高效率、壽命長、高演色性等特性，加上圓柱狀外形因此很容易與光反射元件組合成薄板狀照明裝置，故目前以冷陰極螢光管為主流，但一般相信未來將以白光發光二極體為應用趨勢。就其所放置的位置而言分為直下式背光模組與側光式背光模組兩種。

(二)、導光板(Light Guide Plate)

應用於側光型背光模組，是整體導光的效率重心，用射出成型的方法將丙烯壓製成表面光滑的楔形板塊，然後用具有高反射率且不吸光的材料，在導光板底面用網版印刷印上圓形或方形的擴散點。導光板主要功能在於導引光線方向，以提高面板光輝度及控制亮度均勻。冷陰極管位於導光板厚側的端

面，冷陰極管所發的光以端面照光(edge light)的方式進入導光板，大部份的光利用全反射往薄的一端傳導，當光線在底面碰到擴散點時，反射光會往各個角度擴散，破壞全反射條件與光的干涉現象而自導光板正面射出，利用疏密、大小不同的擴散點圖案設計可使導光板面均勻發光。

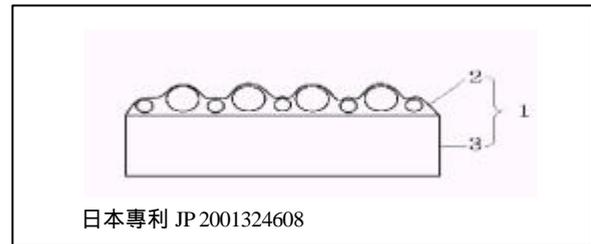
在外型上又區分為：1. 楔形板. 2. 平板。一般筆記型電腦因考慮空間關係均採用楔形板，而 LCD Monitor 與 LCD TV 則採用平板為主。

(三)、反射板(Reflector)

一般側光式背光模組的反射板放置於擴散板底部，將自底面漏出的光反射回導光板中，防止光源外漏，以增加光的使用效率；而直下式背光模組則是置於燈箱底部表面或黏貼於其上，將經擴散板反射之光束由燈箱底部再次反射回擴散板以被利用。

(四)、擴散板(Diffuser)

擴散板、擴散片之功能為提供液晶顯示器一個均勻的面光源，一般傳統的擴散膜主要是在擴散膜的基材中，加入一顆顆的化學顆粒，作為散射粒子，而現有之擴散板的構造如圖一所示，在圖中可以看到微粒子分散在樹脂層之間，所以光線在經過擴散層時會不斷的在兩個折射率相異的介質中穿過，在此同時光線就會發生許多折射、反射與散射的現象，如此便造成了光學擴散的效果。或是使用全像技術，經由曝光顯影等化學程序將毛玻璃的相位分佈記錄下來粗化擴散膜基材表面，以散射模糊導光板上的墨點或線條。但在如此的光路架構下，由於材料本身及化學顆粒的性質，將會造成無可避免的吸光，而且其對光的散射是散亂的，對於一固定距離的觀測者來說，將會有部分的光強被浪費，而造成光源無法有效的利用。再加上它的化學製程較費時，所需的生產成本相對的也較高。

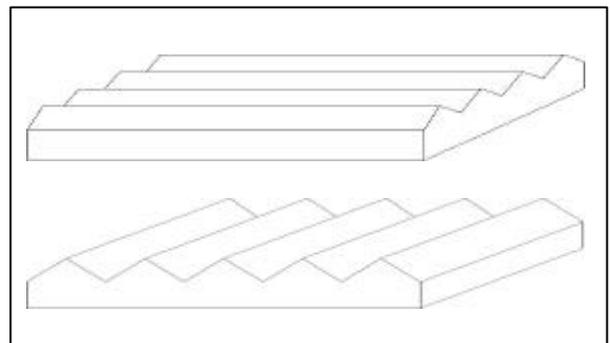


日本專利 JP 2001324608

圖一 傳統之擴散板構造

(五)、增亮膜(BEF 稜鏡片)：

光自擴散板射出後其光的指向性非常差，因此必須利用稜鏡片來修正光的方向，其原理藉由光的折射與反射來達到凝聚光線、提高正面輝度的目的，以增加光線自擴散板射出後的使用效益，使能整體的背光模組的輝度提高 60% 100% 以上。主要以多元脂(polyester)或聚碳酸脂(polycarbonate)為材料，其表面結構一般為為稜形柱體(prism sheet 亦稱為稜形片)或半圓柱體(lenticular sheet)。目前跨國公司 3M 為全球獨家供應商，擁有多項相關專利，通常一部背光模組會使用兩片增亮膜，彼此方向垂直，將光集中增加輝度。



圖二 3M BEF 片結構示意圖

(六)、偏光轉換膜(P-S Converter)

因在現有 LCD 液晶面板設計中，對光源模組的給予過濾掉 S-light 平行光而今允許 P-light 直行光源通過並利用這單一的偏態光來驅動或照明 LCD 液晶面板產生所要的功能。所以會在光線進入液晶面板前會先經過一偏光板，此一偏光板會有吸收掉某一偏光方向的能量，而冷陰極管所產生的光為非

偏極化光，在通過第一片偏光板時，有一半以上的光能量會被吸收掉，使得光的使用效率非常差。為了解決這個問題須採用偏光轉換技術，以提高背光的使用率，降低 LCD 的耗電量。偏光轉換膜為背光模組中一必要的關鍵元件，它的功用是使光源做偏極態轉換。其方法是利用反射偏光板將可通過與不可通過 LCD 偏光板的光分離，然後利用反射板將反射回來的光轉換成可用的偏光，達到亮度提高的目的。

一般偏光轉換技術是藉由特殊的光學塗佈以及結構特殊的排列方式構成光分離板，將出射光分離成 P 偏光及 S 偏光，S 偏光經反射後又成為 P 偏光，即可通過 LCD 的偏光板；也有利用一片膽固醇型液晶片跟 1/4 波片構成偏光反射板，將導光板的出射光分離成左旋及右旋圓偏光，左旋圓偏光通過 1/4 波片後成為直線偏光，可直接通過 LCD 的第一面偏光板，而右旋圓偏光經反射板反射後，亦成為可用的左旋偏光而被利用。

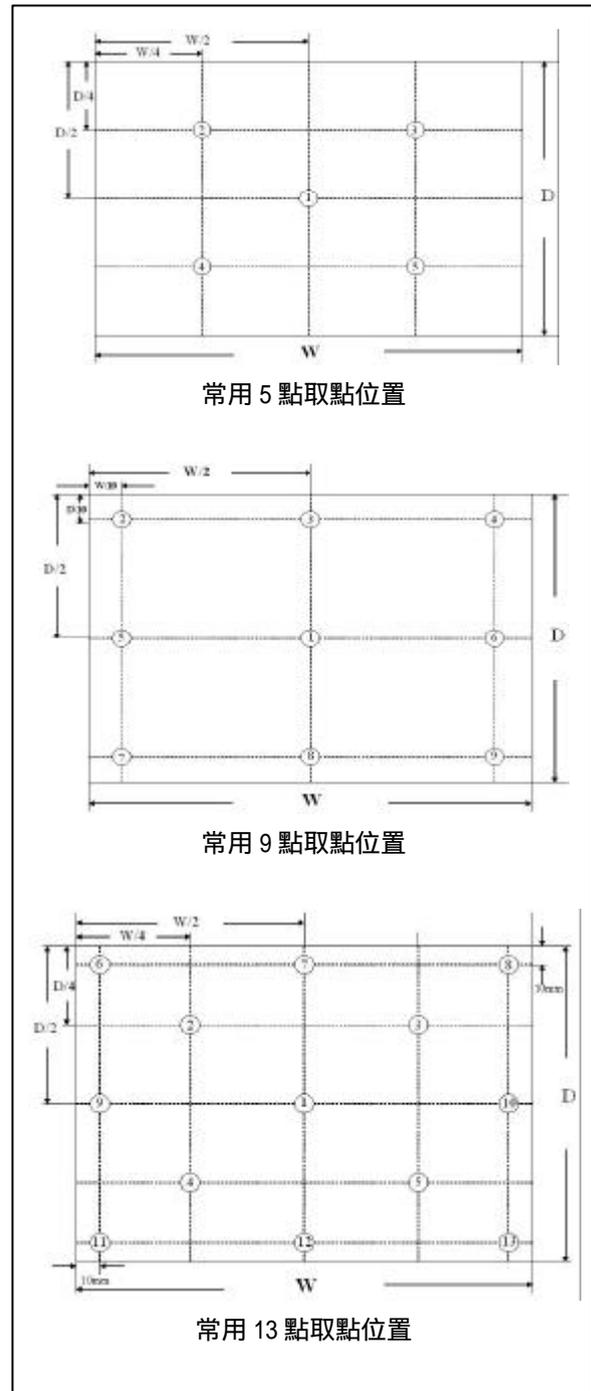
利用偏光轉換的技術來提高 LCD 的亮度，跟使用稜鏡片的方法比起來，除了正面亮度得到提升之外，大視角方向的亮度亦同時得到提升，此為偏光轉換技術的另一優點。

背光模組光學檢測介紹：

一般光學模組光學的量測，包含有：亮度(輝度)、均齊度、視角、色度、色溫..等。

(一)、亮度(輝度)

輝度是一般顯示器背光模組的光學檢測中最重要的的一個參數指標，常使用的量測儀器設備是使用 BM7(亮度色度計)，一般常使用的檢測方式有分為 5 點、9 點、13 點檢測等，其取點方式如下圖。



圖三 輝度檢測常用取點方式

(二)、均齊度(Uniformity)

均齊度即所謂均勻度，一般的定義是從光輸出量測所得到的 N 個量測值中，取出最大與最小的照度值，將這兩個數值與這 N 個點平均值的偏差以百分比表示，即為該投影設備的均齊度。其數學形式

如：

$$\frac{Max - average}{average} \times 100\%$$

與

$$\frac{average - Min}{average} \times 100\%$$

另外也有把均齊度定義為：

$$均齊度 = (Min / Max) \times 100\%$$

(三)、色溫

色溫是指光源發射光的顏色可以用黑體的溫度來表述，黑體的溫度稱為該光源的色溫，即光波在不同的能量下，人類眼睛所感受的顏色變化。在色溫的計算上，是以 Kelvin 為單位，黑體輻射的 0 Kelvin = 攝氏 - 273 °C 做為計算的起點。將黑體加熱，隨著能量的提高，便會進入可見光的領域，例如，在 2800 K 時，發出的色光和燈泡相同，我們便說燈泡的色溫是 2800 K。可見光領域的色溫變化，由低色溫至高色溫是由橙紅 --> 白 --> 藍。

因相關色溫度事實上是黑體輻射接近光源光色時，對該光源光色表現的評價值，並非一種精確的顏色對比，故具相同色溫值的兩光源，可能在光色外觀上仍有些許差異。故僅憑色溫無法瞭解光源對物體的顯色能力，或在該光源下物體顏色的再現如何。

(四)、色度(chromaticity)：

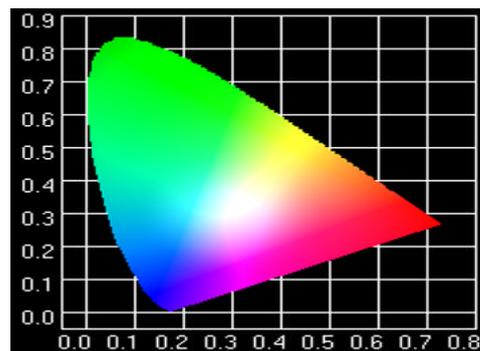
在彩色的視訊影像中除了亮度與灰階之外，尚有一最重要的色彩訊息，而在彩色的視訊影像色彩訊息描述方面，有各式各樣的彩色座標系統可供使用。C.I.E. (法文 Commission International de l'Eclairage 國際照明委員會) 為一國際性的組織，專為設定光度及彩色的標準。色度學是一門研究彩色計量的科學，其任務在於研究人眼彩色視覺的定性和定量規

律及應用。

在此我們強調，雖然不同波長的色光會引起不同的彩色感覺，但相同的彩色感覺卻可來自不同的光譜成分組成。例如，適當比例的紅光和綠光混合後，可產生與單色黃光相同的彩色視覺效果。事實上，自然界中所有彩色都可以由三種基本彩色(指紅、綠、藍三色)混合而成，這就是三基色原理。

利用色度計可以量測投影設備輸出影像色彩之色座標(chromaticity coordinate)值(u, v)和照度，於是藉由檢測彩色投影設備所使用之三原色光，可以測量出投影影像各點上色彩之色座標值，瞭解該投影設備的色彩與 NTSC 規格的差別，並將其成色能力予以量化。對投影影像二維平面的掃描量測，則可進一步地得到投影影像色彩偏離的情形，以對該投影設備的色彩特性作整體的評估。

下圖四為 C.I.E. 1931 標準色度座標，橫座標為 ER 的軸，越右邊表示色彩越接近紅色，縱座標為 EG 的軸越上邊表示色彩越接近綠色，而至於 EB 的量值由於 ER + EG + EB = 1 故可由 EB = 1 - ER - EG 求得。

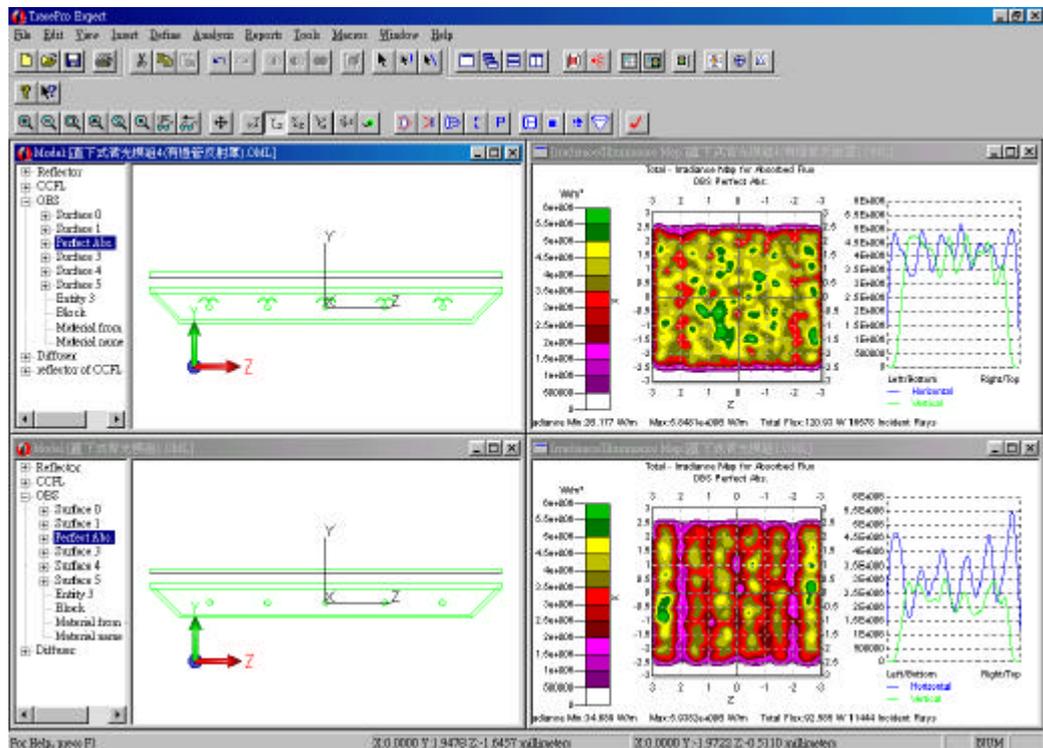


圖四 C.I.E.1931 標準色度座標

背光模組的設計

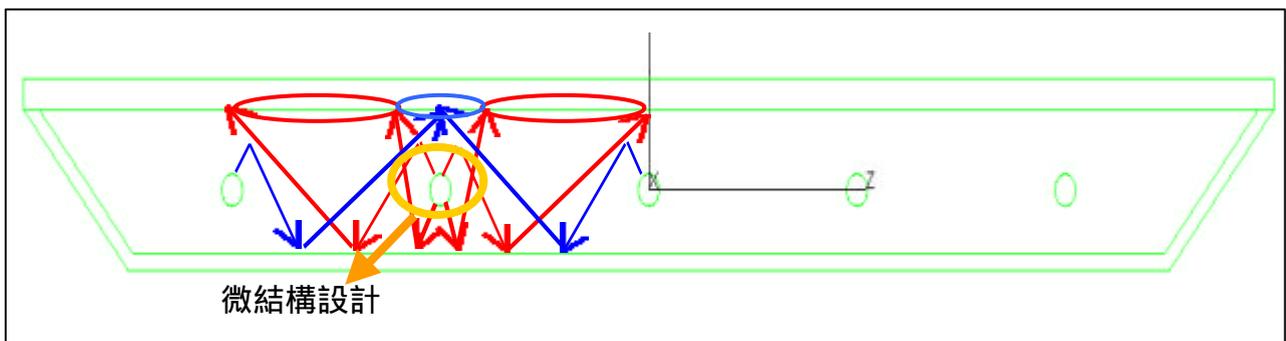
關鍵之光學零組件的設計突破

圖九
模擬結果



擬的結果如同圖九所示，由圖九中，我們利用 TracePro 這套光機模擬軟體來模擬直下式背光模組之出光狀況，在圖中的上半部，我們在每根 CCFL 加上「任意」設計之微結構的模擬結果，下半部則是單純之 CCFL，由圖中我們可以看到，在相同的條件下，經由設計後的直下式背光模組會比什麼都不加的直下式背光模組，在光線的均勻度上來的好，高低的起伏較小，由此我們可以「初步的驗證此方法的可行性」，相信藉由微結構形狀上的改變跟優化，我們可以達到更好的效果。

而圖十中所要表示的則是，利用微結構設計達到均勻出光的目的，依圖十所示，在圖中我們利用燈管周圍之微結構設計，可以直覺上避免燈管邊緣亮紋的發生，但是會造成燈管上方亮度的減少，為了解決這個問題，我們利用改變微結構的曲率、形狀、或是利用一些改變結構片表面特性（例如是穿透式的表面、反射式的表面或是半穿透半反射的表面）的方法，利用左右兩根燈管經由微結構反射所產生的光，彌補燈管上方亮度不足的缺點（如圖中的藍色範圍），如此一來，經由這個理念以及最佳



圖十 光路圖

化結構的設計，達到均勻出光的目的。

以上這些介紹的都是關於燈箱結構的簡介以及機械所在這個方面所做的一些突破與專利設計的想法。

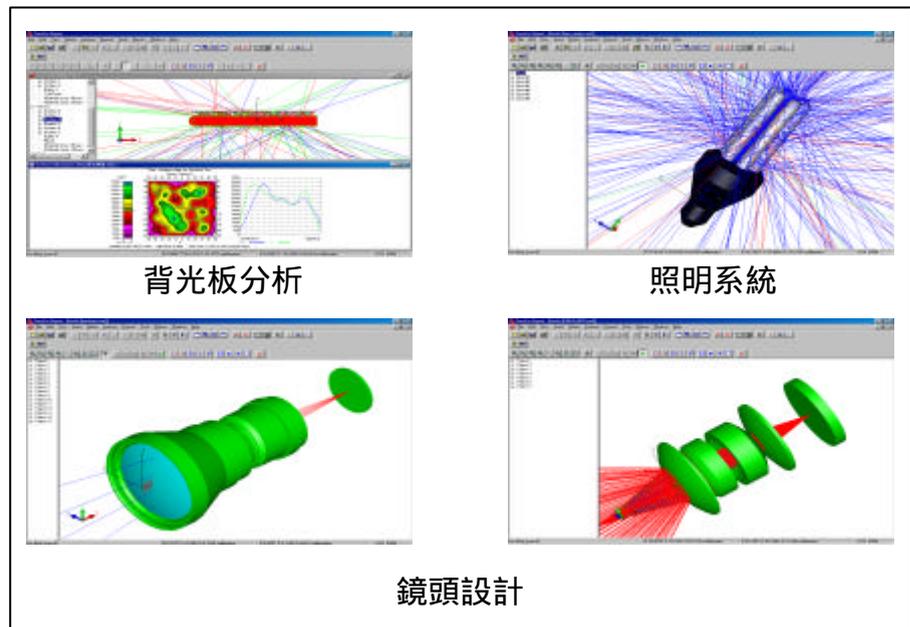
(二)、擴散板、擴散片：

若以市售 20 吋之 LCD TV 內之擴散板來做量測實驗時，我們可以發現此片擴散板（厚度為 2 mm）的光通過效率僅為 35% 左右（市售之擴散板之光通過效率為 30% 70% 都有，但是擴散

率跟光通過效率是成反比的，擴散率和光通過效率無法同時兼顧），可以發現效率非常的差，因此設法去改善傳統擴散板成本偏高與光利用效率過低的缺點便成為一個刻不容緩的問題了，為了解決這個問題，我們利用透明之塑膠光學材料（例如 PC、PMMA .. 等等）來製作 LCD TV 用之擴散板，利用光學塑膠材料大大提高光通過的效率，而且在材料的上下表面刻上我們所設計之微結構，利用微結構的幾何形狀，使的光線通過時產生我們所需要的折射、反射、全反射 .. 等等的效應，使得光線可以有有效的擴散開來，如此一來，我們便可以兼顧光通過效率與擴散率，改善傳統擴散板效率不高的缺點，而且，因為沒有添加其他的化學擴散顆粒，就成本來說也是會大幅度的減少，降低量產的成本。

以下將會就機械所在擴散板這個元件所做的研究設計與突破，做一簡單的介紹，從模擬軟體、微結構設計、模擬結果、改善空間 .. 等等，都會做一系列的介紹。

模擬軟體：在模擬軟體部分，我們主要是使用 TracePro 這套軟體，TracePro 是由美國 Lambda



圖十一 TracePro 的應用

Research Co. 所發展的一套光學軟體。可做傳統光學分析、照明系統分析、輻射度以及光度分析，如下圖十，也是首套符合 ACIS 固體模型標準所發展出來的光機軟體。可以轉進及轉出 CAD/CAM 類型的檔案資料，也可以轉入光學設計軟體類型的檔案資料，如 ZEMAX 或 CODE V .. 等等，對於工程師在光學設計上是有極大的幫助的，TracePro 也是比較容易上手的軟體，對於想要快速進入光線追跡，模擬真實光線狀況的工程師是非常不錯的工具。

微結構設計：利用透明之光學塑膠材料，在上下表面刻上設計的微結構，我們的設計分成兩個部分，第一個部分是單純取代現有的擴散板，以達到最佳的擴散效果為目的，如圖十二所示，利用上下兩層微結構，不等週期、不等曲率的優化設計，上下結構也有交叉一角度，將燈管上來的光線作有效的擴散，圖十三為模擬結果之光輝度分佈圖，由圖中我們可以計算出均勻性約為 80%，已經達到目前背光模組的要求標準，而且光的穿透效率也可以達到 70% 以上，如此的設計可以大大的提高光的利用效率，而圖十四則為不加微結構擴散板的情況，可以明顯看到燈管的輪廓，均勻性也只有 60% 左

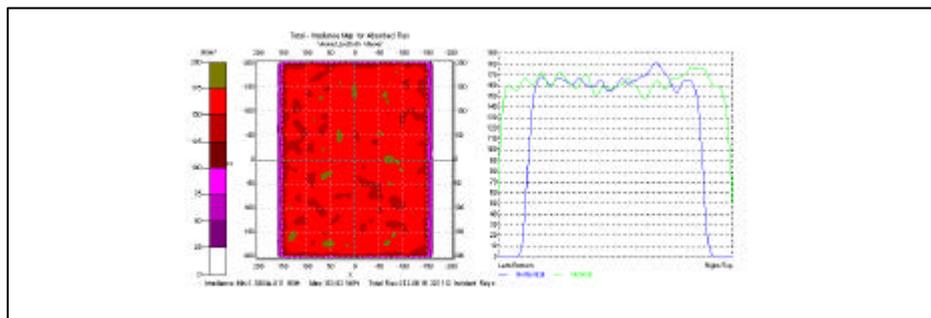
右，由此可以驗證我們的設計所達到的效果。

第二個部分為一種複合式的設計，希望將擴散與集光的效果結合在一片透明塑膠材料上，希望藉此取代擴散片以及 3M 的 BEF 片，並且避開 3M 的專利，利用下表面的微結構元件將光線均勻擴散，

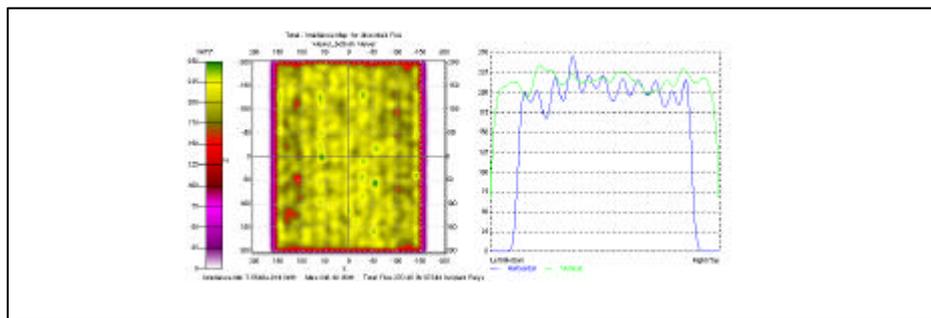
然後利用上表面的微結構元件將光線導正，增加輝度，圖十五為此結構的示意圖，圖十六為模擬結果之光輝度分佈圖，分為上下兩個部分，下半部為未加微結構膜片的部分，由其輝度分佈圖中依然可見燈管之輪廓，即燈管光線未被有效分散，但上半



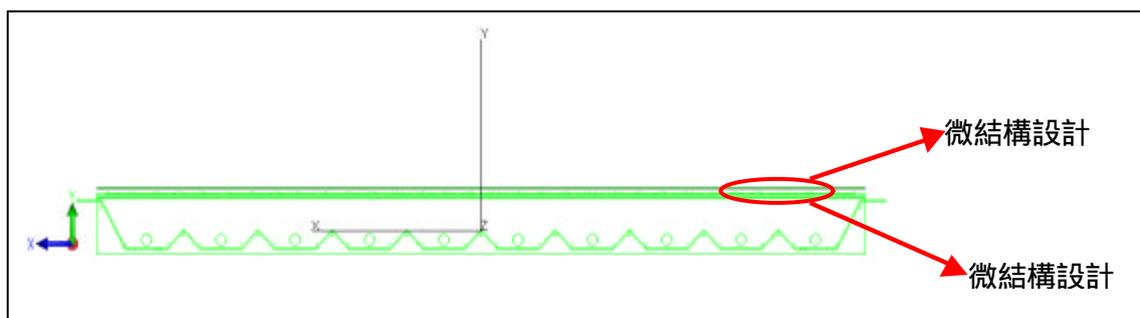
圖十二
結構設計



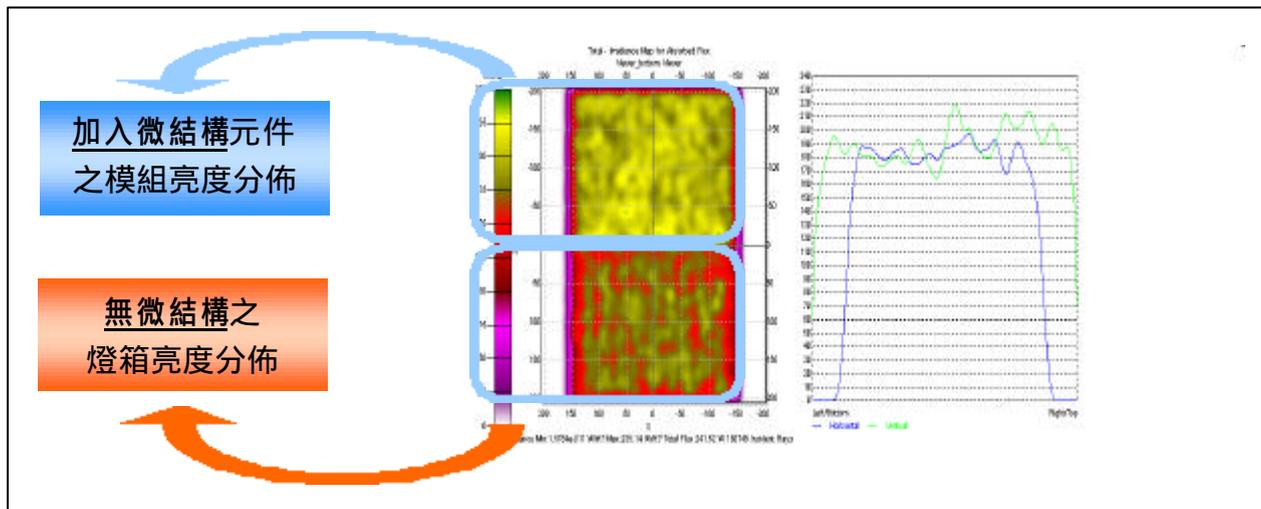
圖十三
加上微結構擴散板之光分佈圖



圖十四
無微結構擴散板之光分佈圖



圖十五 複合式擴散板結構設計



圖十六 複合式擴散板之光分佈圖比較

部利用微結構光學元件及燈箱的調制，在模擬結果中所表現出來的有兩種效果，分述如下：

i.擴散效果：未加微結構膜片的部分，由其亮度分佈圖中依然可見燈管之輪廓，即燈管亮度未被有效分散，但利用微結構光學元件的調制，可有效達到擴散效果。集光效果：未加微結構膜片與加上微結構膜片的部分來做比較，由其亮度分佈圖中我們不難發現，加上微結構膜片的部分光線的平均亮度比未加微結構膜片的部分亮的多，可以有效達到集光的效果。以上是機械所這裡對於改善現有擴散板的缺點所做的突破與設計，希望再經過一段時間的努力，把這些構想做最佳化的設計，達到最好的效果，希望能對直下式 LCD TV 背光模組產業做出有效的貢獻。

(三)、增光片：

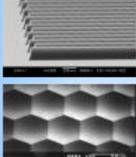
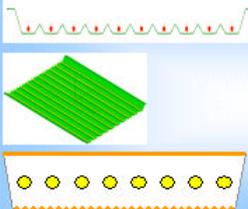
目前增光片絕大部分皆是由 3M 所把持，3M 公司的 BEF 系列與 DBEF 系列，皆能達到增光的效果，BEF 片藉由上下兩片、垂直交錯地壓合於兩片擴散膜中間，可讓原已擴散開來的光線再度集中、減少光耗損率，故可增加亮度。雖然不同板面間距設計的稜鏡片會有不同的亮度增強效果，但估計至

少可增加亮度超過 60% (甚至 1 倍)。由於多數關鍵專利為 3M 所握有，全球超過半數以上的稜鏡片都是由 3M 供應，進入障礙很高，專利突破不易，目前也有許多公司生產類似的產品，有些效果並不如 3M 的產品好，有些雖然有不錯的效果，但是礙於 3M 把持了大半的市場，一般的 LCD 面板廠或是背光模組廠並不敢輕易使用，所以目前機械所在這個領域正在積極的思考突破的方法，希望藉由本身的設計團隊與研發能量，在增光片這個領域中能有新的想法與衝擊，藉此拋開 3M 專利的束縛，將 LCD TV 背光源模組的成本降低，亮度增加，增加競爭力。

結語

綜合以上的關鍵元件的設計突破，可以整理出一圖表二來表示機械所在各個關鍵元件所做的設計突破方向，利用現有的許多微結構製程，將這些微結構應用至我們的設計中，開發出一系列高效率的 LCD TV 光源模組元件，希望能對這個產業挹注新的契機與希望。

表二

Application product	Current Technology	MIRL Technology
Diffuser	 <ul style="list-style-type: none"> ▪ Adding diffusing agent into plastic material ▪ Low Light efficiency 	 <ul style="list-style-type: none"> ▪ Enhance diffusing efficiency ▪ Enhance light using efficiency (40%up)
Optical Films	 <ul style="list-style-type: none"> ▪ 3M optical films ▪ Many patent's protection ▪ Expensive 	 <ul style="list-style-type: none"> ▪ Reduce the use of optical films(2~3elements used)
Light Box	 <ul style="list-style-type: none"> ▪ Smoothing surface ▪ no diffusing effect 	 <ul style="list-style-type: none"> ▪ Design the μ-structure of reflector ▪ Further light Diffused ▪ Enhance light using efficiency

